

[54] Title of the Invention: Loudspeaker

[11] Japanese Utility Model Laid-Open Publication No.: 5-88091

[43] Opened: Nov. 26, 1993

[21] Application No.: 4-35576

[22] Filing Date: Apr. 28, 1992

[72] Inventor(s): Shimada

[71] Applicant: Onkyo Corporation

[51] Int.Cl.: H04R 7/12, 1/28

[Abstract]

[Structure]

Diaphragm 10 of a loud speaker includes outer corn-diaphragm 12 and inner dome-diaphragm 13 attached to the inner side of outer diaphragm 12. Diaphragm 13 has an ellipse-like cross-section. Respective angles  $\alpha$  and  $\beta$  at which outer diaphragm 12 and inner diaphragm 13 rises from each point (connection point) of connection section 15 are identical along the entire circumference direction. That is, rising angle  $\alpha_1$  of outer diaphragm 12 at the long axis and rising angle  $\beta_1$  of inner diaphragm 12 at the long axis satisfies the relation  $\alpha_1 = \beta_1$ . Rising angle  $\alpha_2$  of outer diaphragm 12 at the short axis and rising angle  $\beta_2$  of inner diaphragm 12 at the short axis satisfies the relation  $\alpha_2 = \beta_2$ . These relations are also maintained between the long axis and the short axis.

[Purpose]

To provide a loudspeaker including a diaphragm preventing resonance and vibrating at frequencies.

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開実用新案公報(U)

(11)実用新案出願公開番号

実開平5-88091

(43)公開日 平成5年(1993)11月26日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 4 R 7/12		K 8421-5H		
1/28	3 1 0 Z			

審査請求 未請求 請求項の数3(全 5 頁)

(21)出願番号 実願平4-35576

(22)出願日 平成4年(1992)4月28日

(71)出願人 000000273

オンキヨー株式会社

大阪府寝屋川市日新町2番1号

(72)考案者 嶋田 哲雄

大阪府寝屋川市日新町2番1号 オンキョ

ー株式会社内

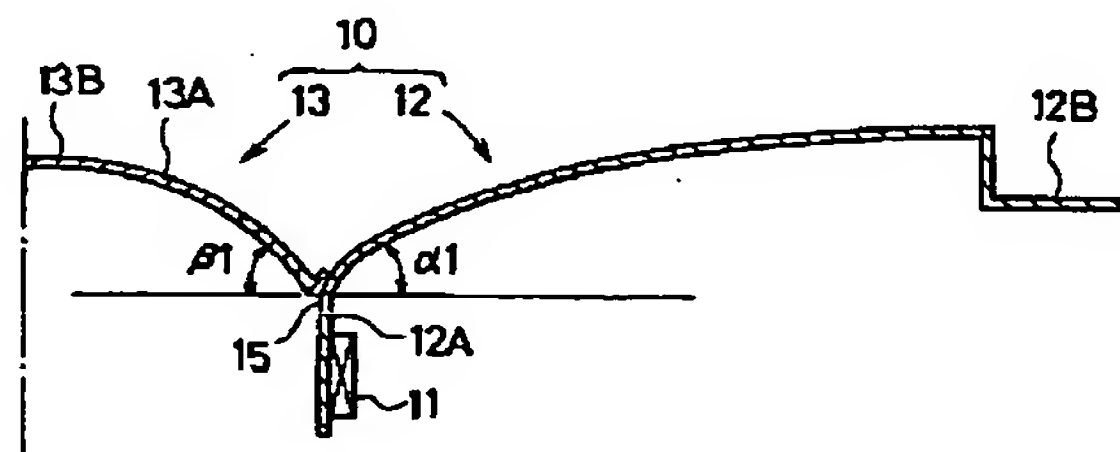
(74)代理人 弁理士 中西 得二

(54)【考案の名称】 スピーカ

(57)【要約】

【構成】スピーカの振動板10は、軸直角断面が楕円形状とされたコーン型外部振動板12と、外部振動板12の内周側で貼着されるドーム型内部振動板13とから成る。接合部15の各点(接合点)からの外部振動板12及び内部振動板13への各立上がり角度 $\alpha$ 、 $\beta$ は、同一とされ、この $\alpha = \beta$ の関係が周方向全周にわたっている。即ち、長径側における外部振動板12の立上がり角度 $\alpha 1$ と、長径側における内部振動板13の立上がり角度 $\beta 1$ とは、 $\alpha 1 = \beta 1$ であり、又、短径側における外部振動板12の立上がり角度 $\alpha 2$ と、短径側における内部振動板13の立上がり角度 $\beta 2$ とは、 $\alpha 2 = \beta 2$ であり、このような関係が、短径と長径間においても維持されている。

【効果】共振の発生を可及的に低減し、且つ、周波数的にバランスのよい振動を行う振動板10を備えたスピーカを実現できる。



## 【実用新案登録請求の範囲】

【請求項1】軸直角断面が楕円形状とされたコーン型外部振動板と、外部振動板の内周側で貼着されるドーム型内部振動板とから成る振動板を備えたスピーカにおいて、外部振動板と内部振動板との接合点における外部振動板の立上がり角度を $\alpha$ とし、前記接合点における内部振動板の立上がり角度を $\beta$ とすると、立上がり角 $\alpha$ と立上がり角 $\beta$ とは、 $\beta = k \cdot \alpha$ （但し、 $k$ は定数）の関係を、周方向全周にわたって満たしていることを特徴とするスピーカ。

【請求項2】外部振動板の内周縁部が筒状とされてリング状磁気空隙に挿入されており、この筒状部の上端に位置合わせ用凹部が形成され、内部振動板の外周縁部には、前記位置合わせ用凹部に嵌合する位置合わせ用凸部が形成され、位置合わせ用凸部が位置合わせ用凹部に嵌合された状態で、内部振動板が外部振動板に貼着されている請求項1記載のスピーカ。

【請求項3】内部振動板は、軸線に垂直な平面状の頂部を有し、この頂部には、相互に平行な複数の位置合わせ用溝が形成されており、内部振動板を外部振動板に貼着するに先立って、位置合わせ用溝に対応する形状とされた吸引孔を備える吸引手段により、頂部が吸着されて内部振動板の位置合わせがなされている請求項1記載のスピーカ。

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本考案の第1実施例の長径側縦断面図である。

【図2】本考案の第1実施例の平面図である。

【図3】本考案の第1実施例の短径側縦断面図である。

【図4】本考案の第1実施例の振動板の平面図である。

【図5】図4のA-A線矢視右側断面図である。

【図6】図4のB-B線矢視右側断面図である。

【図7】内部振動板の具体的形状の算出方法を説明するための図である。

【図8】内部振動板の具体的形状の算出方法を説明するための図である。

【図9】内部振動板の具体的形状の算出方法を説明する\*

\* ための図である。

【図10】内部振動板の曲面状態を等高線で示した図である。

【図11】本考案の第2実施例の振動板の組立状態を示す縦断面図である。

【図12】本考案の第2実施例に使用される内部振動板の平面図である。

【図13】本考案の第2実施例に使用される外部振動板の右側平面図であり、

10 【図14】本考案の第2実施例に使用される外部振動板の右側斜視図である。

【図15】本考案の第3実施例の外部振動板の右側平面図である。

【図16】本考案の第3実施例の外部振動板の斜視図である。

【図17】図15のC-C線矢視断面図である。

【図18】本考案の第4実施例の内部振動板の平面図である。

【図19】図18のD-D線矢視断面図である。

20 【図20】図18のE-E線矢視断面図である。

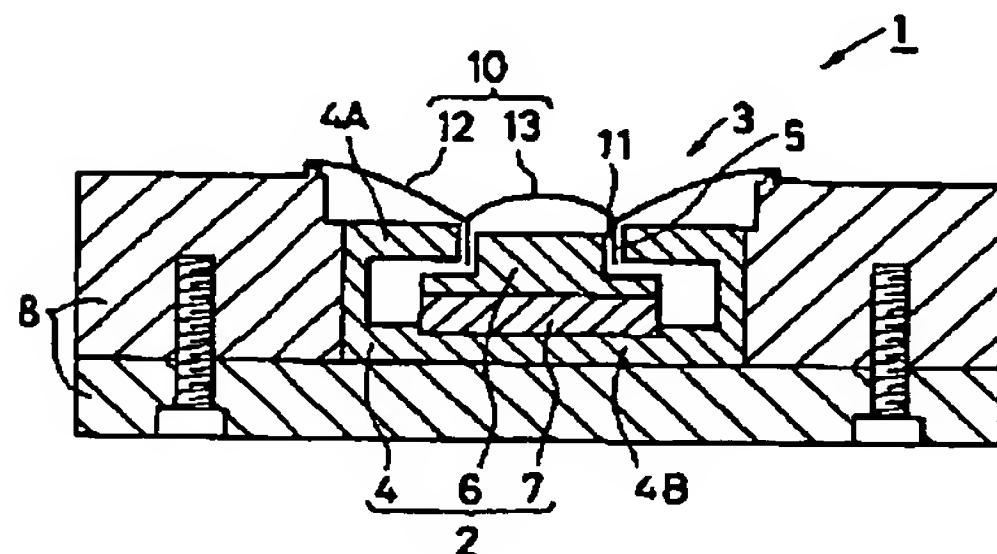
【図21】本考案の第4実施例の内部振動板と外部振動板との位置合わせ時の動作を説明する為の縦断面図である。

【図22】エアー吸引ノズルの先端部を示す図である。

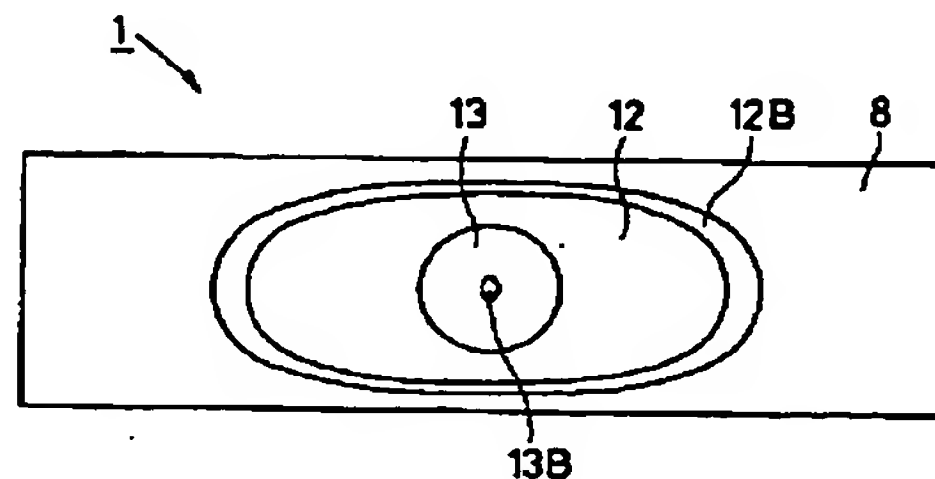
## 【符号の説明】

1…スピーカ、5…磁気空隙、10…振動板、11…ボイスコイル、12、22、30…外部振動板、12A、22A…円筒状部、13、20、40…内部振動板、13A…ドーム状本体、13B、40A…頂部、15…接合部、21…位置合わせ用凸部、23、31…位置合わせ用凹部、41…位置合わせ用溝、42…エアー吸引ノズル、 $\alpha$ …外部振動板の立上がり角度、 $\alpha 1$ …長径側における外部振動板の立上がり角度、 $\alpha 2$ …短径側における外部振動板の立上がり角度、 $\beta$ …内部振動板の立上がり角度、 $\beta 1$ …長径側における内部振動板の立上がり角度、 $\beta 2$ …短径側における内部振動板の立上がり角度。

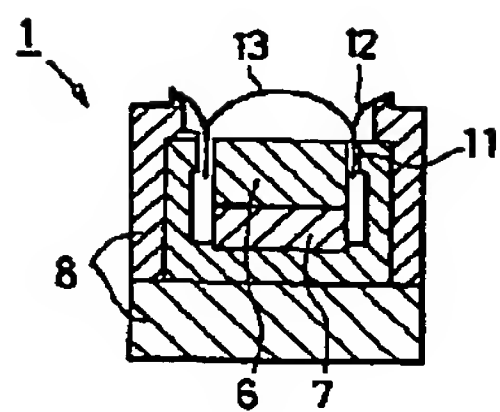
【図1】



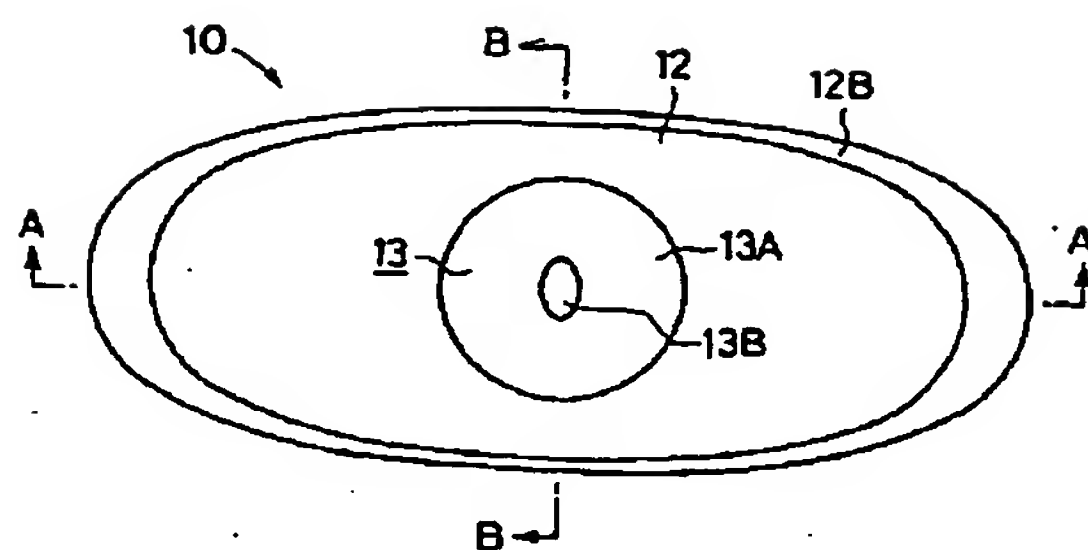
【図2】



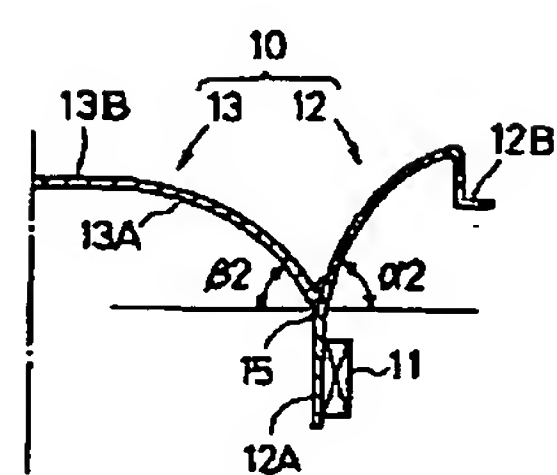
【図3】



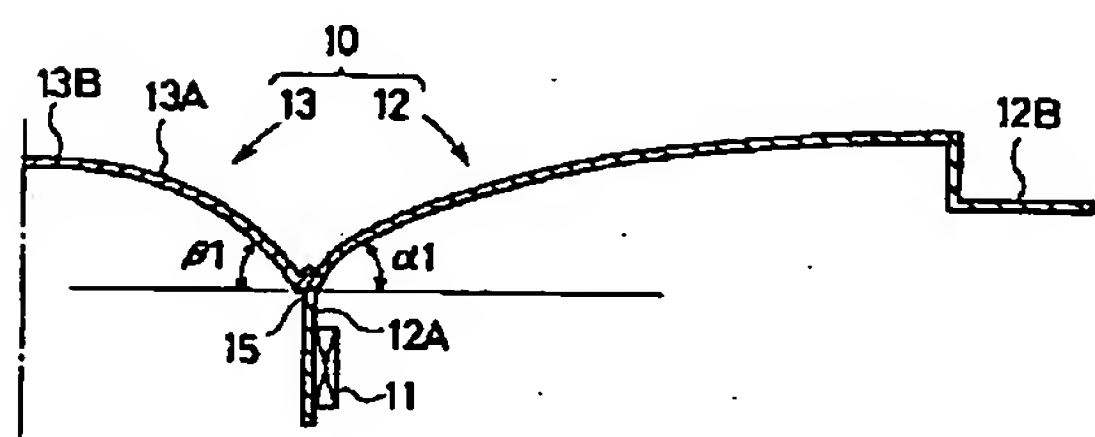
【図4】



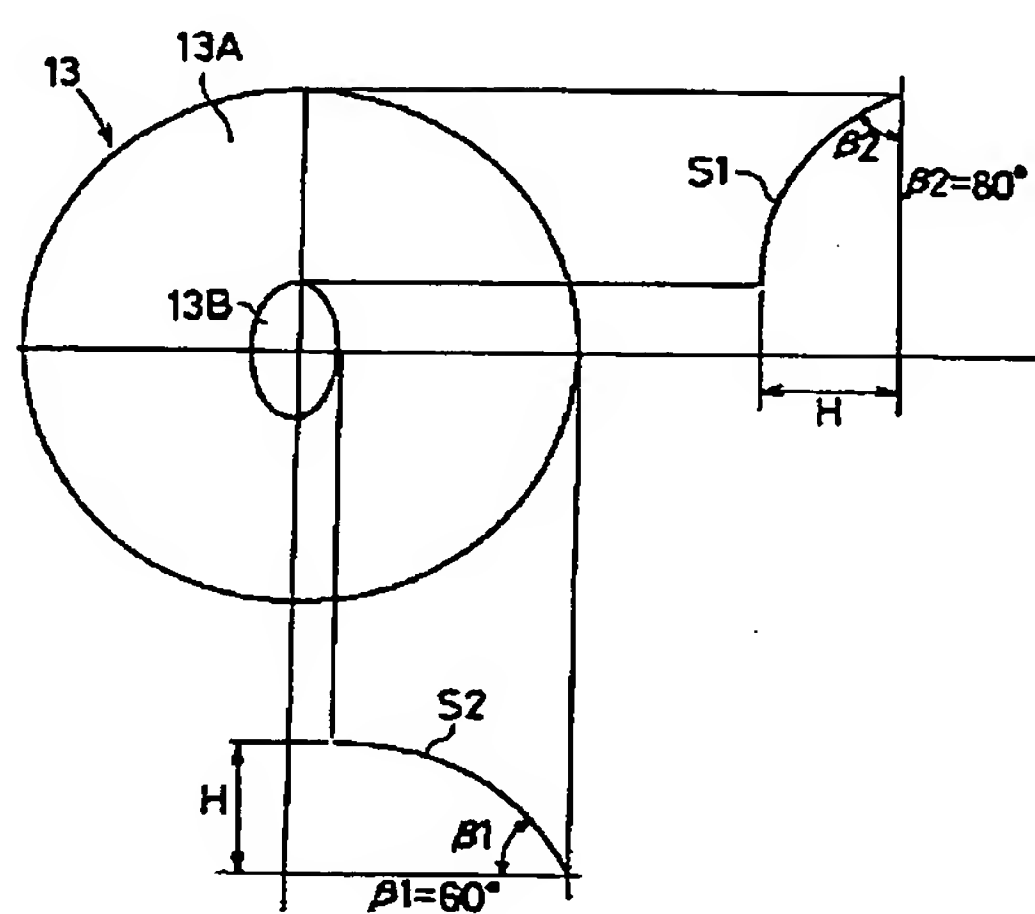
【図6】



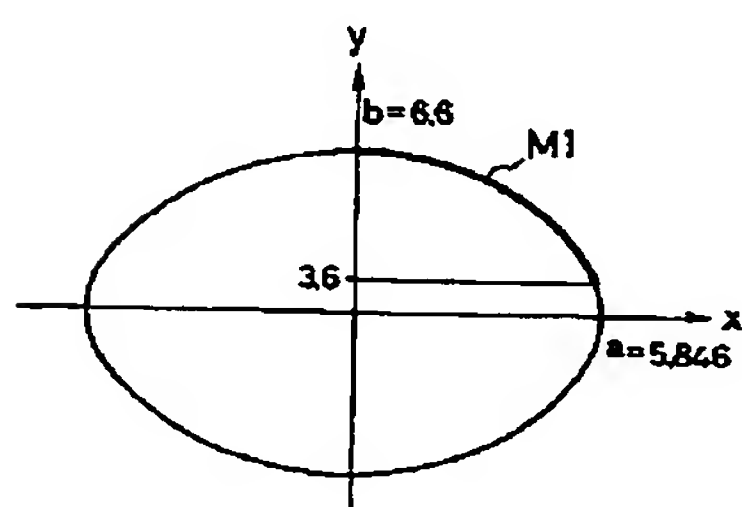
【図5】



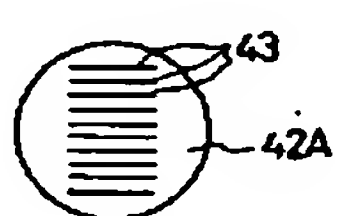
【図7】



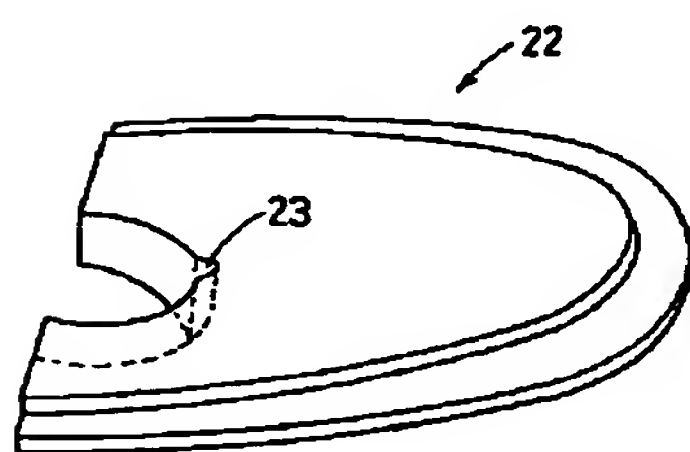
【図8】



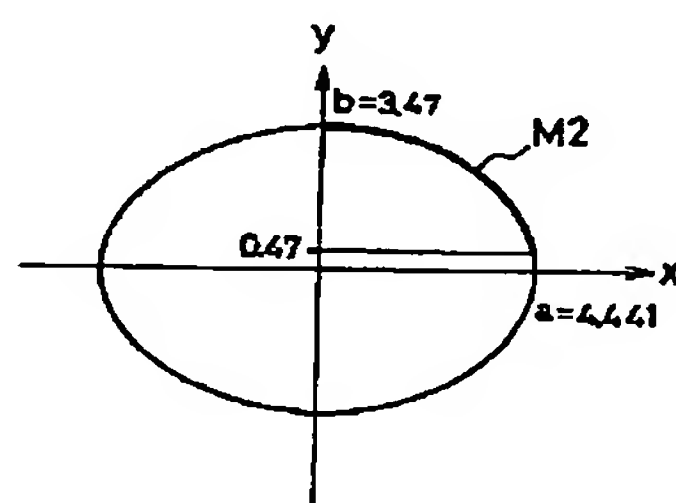
【図22】



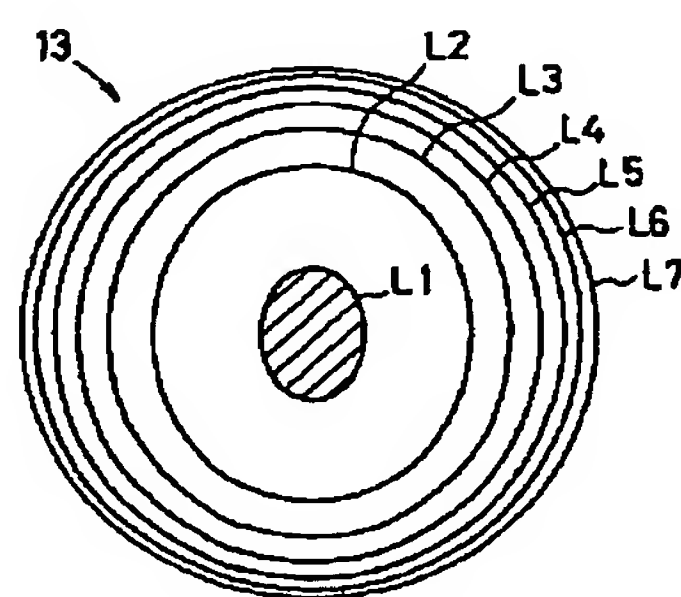
【図14】



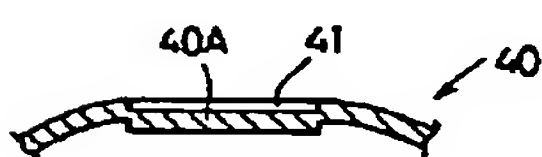
【図9】



【図10】



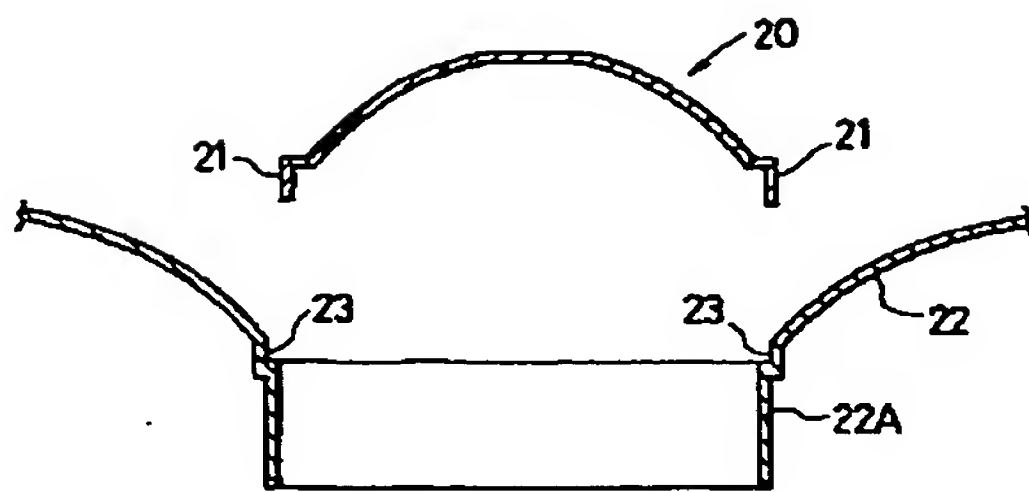
【図20】



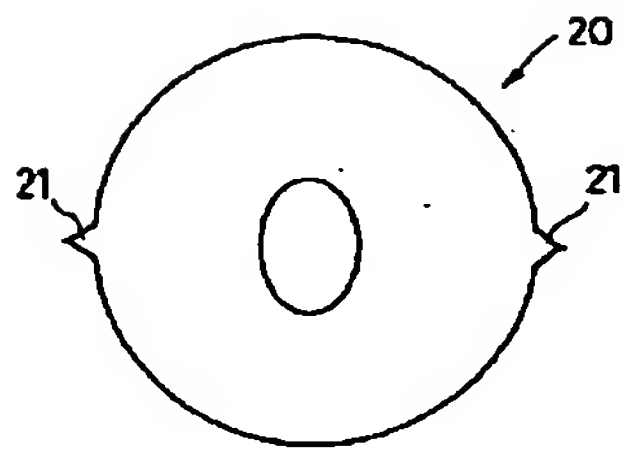
【図19】



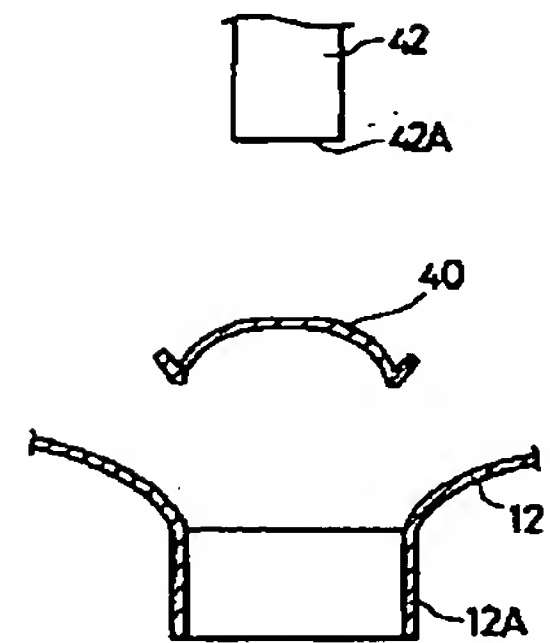
【図11】



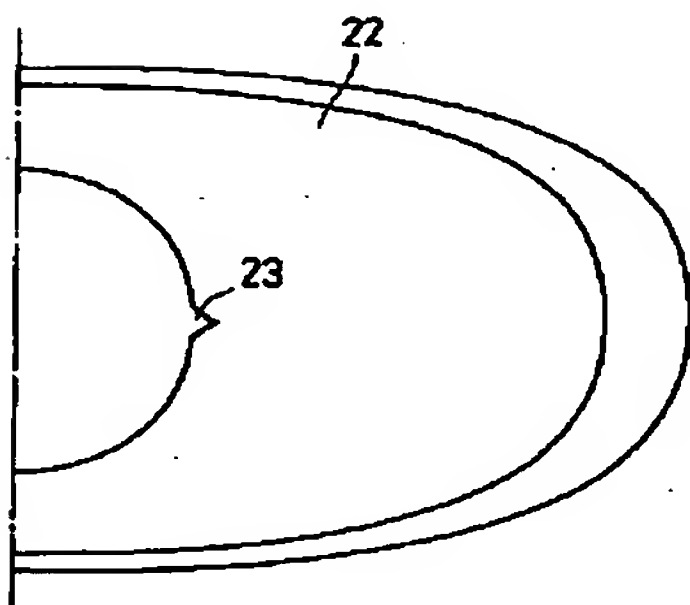
【図12】



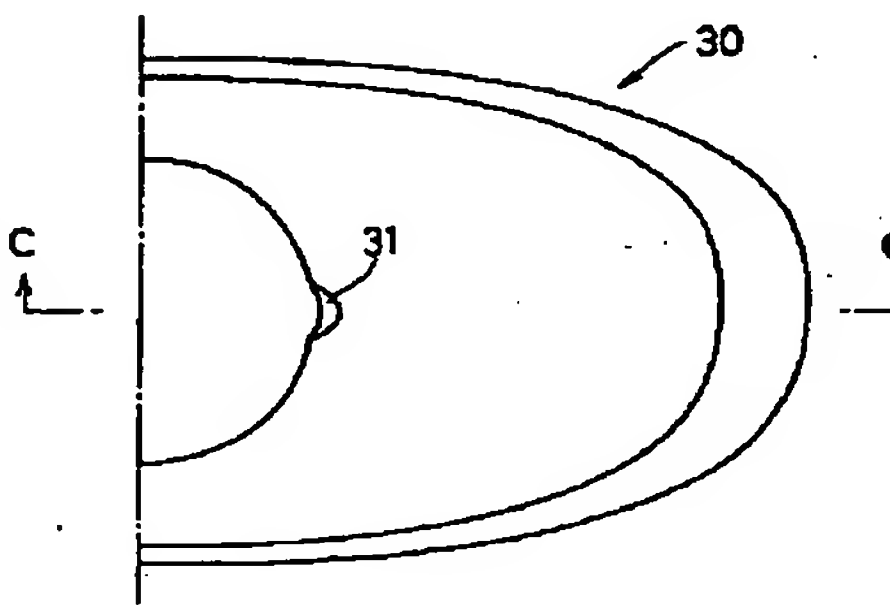
【図21】



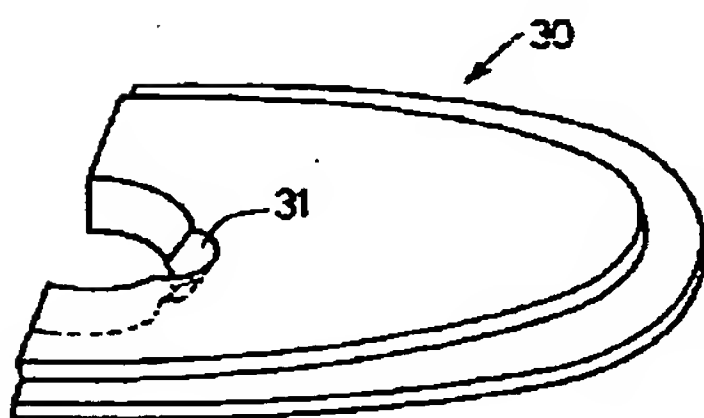
【図13】



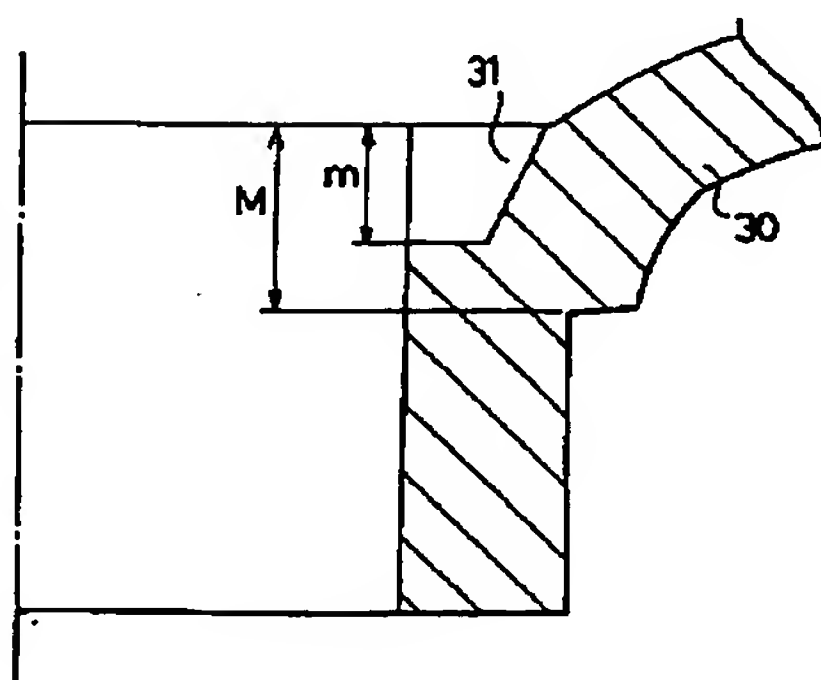
【図15】



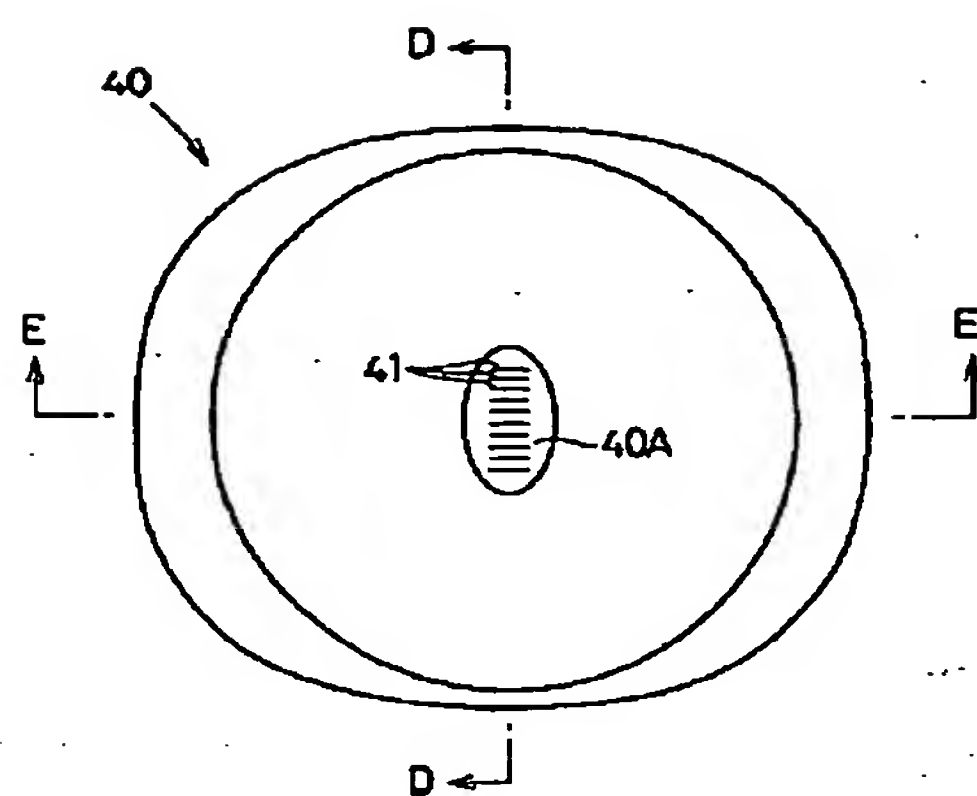
【図16】



【図17】



【図18】



## 【考案の詳細な説明】

## 【0001】

## 【産業上の利用分野】

本考案は、スピーカに関し、更に詳しくは、軸直角断面が楕円形状とされたコーン型外部振動板と、外部振動板の内周側に貼着されるドーム型内部振動板とから成る振動板を備えたスピーカにおいて、外部振動板と内部振動板の接合点付近の構造に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

軸直角断面が楕円形状とされたコーン型外部振動板と、外部振動板の内周側に貼着されるドーム型内部振動板から成る振動板を使用したスピーカの典型例では、内部振動板は丸型の球断面形状とされている。従って、内部振動板に関する、外部振動板と内部振動板との接合点からの立上がり角度は、周方向全周にわたって同一である。一方、外部振動板に関する、該接合点からの立上がり角度は、周方向に関して、長径側が最も緩やかで、短径側が最も急で、短径側から長径側に向かうに従って、徐々に緩やかとなっている。従って、内部振動板及び外部振動板の立上がり角度が、周方向で異なった構成となっている。

## 【0003】

## 【考案が解決しようとする課題】

上記従来例では、内部振動板の立上がり角度は、周方向に同一であるが、外部振動板の立上がり角度は、周方向に異なる為、外部振動板側のステイフネスが、短径側と長径側で大きく異なる。即ち、短径側が、長径側に比べて大きい。従って、ボイスコイルの駆動時に、ボイスコイルの駆動力が、外部振動板及び内部振動板にそれぞれ伝達されて、各外部振動板及び内部振動板は上下方向に振動するが、この上下方向の振動と共に、各外部振動板及び内部振動板は、例えば、短径側では内部振動板の径方向内方に、長径側では内部振動板の径方向外方に、変形する。その為、振動板全体として見ると、内周側と外周側とでバランスのとれない振動がなされていることになり、希望する周波数特性を得られない。

## 【0004】



又、内部振動板の立上がり角度が周方向で同一である為、内部振動板をその軸線を含む鉛直面で分割した微小部分の集合体としてみたとき、各微小部分は同一形状で同一支持状態で接合点に支持されていると考えられる。そして、各微小部分の共振周波数は同一であることから、その集合体としての内部振動板全体としては、該共振周波数における振動レベルの総和として共振することになり、共振が大きくなる。かかる理由によってもまた、上記従来例では、希望する周波数特性を得られない。

従って、従来から、共振の発生を可及的に低減し、且つ、周波数的にバランスのよい振動を行う振動板を備えたスピーカが所望されていた。

#### 【0005】

本考案は、上記問題を解決できるスピーカを提供することを目的とする。

#### 【0006】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本考案の特徴とするところは、軸直角断面が楕円形状とされたコーン型外部振動板と、外部振動板の内周側で貼着されるドーム型内部振動板とから成る振動板を備えたスピーカにおいて、外部振動板と内部振動板との接合点における外部振動板の立上がり角度を $\alpha$ とし、前記接合点における内部振動板の立上がり角度を $\beta$ とすると、立上がり角 $\alpha$ と立上がり角 $\beta$ とは、 $\beta = k \cdot \alpha$ （但し、 $k$ は定数）の関係を、周方向全周にわたって満たしている点である。

#### 【0007】

又、外部振動板の内周縁部が筒状とされてリング状磁気空隙に挿入されており、この筒状部の上端に位置合わせ用凹部が形成され、内部振動板の外周縁部には、前記位置合わせ用凹部に嵌合する位置合わせ用凸部が形成され、位置合わせ用凸部が位置合わせ用凹部に嵌合された状態で、内部振動板が外部振動板に貼着されている場合もある。

又、内部振動板は、軸線に垂直な平面状の頂部を有し、この頂部には、相互に平行な複数の位置合わせ用溝が形成されており、内部振動板を外部振動板に貼着するに先立って、位置合わせ用溝に対応する形状とされた吸引孔を備える吸引手



段により、頂部が吸着されて内部振動板の位置合わせがなされている場合もある。

#### 【0008】

##### 【作用】

本考案に従えば、外部振動板及び内部振動板の各立上がり角度 $\alpha$ 、 $\beta$ が、周方向全周にわたって、 $\beta = k \cdot \alpha$ （定数）の関係を満たしている為、内部振動板について見ると、立上がり角度 $\beta$ は周方向に異なっていることになる。従って、内部振動板をその軸線を含む鉛直面で分割した微小部分の集合体としてみたとき、各微小部分はその形状が異なっており、この異なる形状の各微小部分が、同一支持状態で接合点に支持されていると考えられる。そして、かかる場合の各微小部分についての共振周波数は異なっている。その為、各微小部分の集合体としての内部振動板は、立上がり角度が周方向に同一である従来例に比較すれば、共振が分散されることになり、特定の共振の発生を可及的に低減することができる。

#### 【0009】

又、内部振動板の立上がり角度 $\beta$ を、外部振動板の立上がり角度 $\alpha$ に対応させることにより、内部振動板側と外部振動板側のステイフネスを周方向にほぼ同一とすることができ、この為、従来例のようにボイスコイルの駆動時に振動板が径方向へ変形するという問題が解消でき、低域から高域までの広い範囲にわたってバランスのよい振動を行う振動板が得られる。

#### 【0010】

##### 【実施例】

図1は本考案の第1実施例の長径側縦断面図であり、図2はその平面図であり、図3はその短径側縦断面図である。スピーカ1は、小形のいわゆる楕円型スピーカである。このスピーカ1は、磁気回路2と振動系3とから成る。磁気回路2は、いわゆる内磁型磁気回路であり、有底筒状ヨーク4と、ヨーク4の上部4Aとの間でリング状磁気空隙5を形成するセンターポール6と、ヨーク4の下部4Bとセンターポール6間に介在されるマグネット7とから構成される。この磁気回路2は、ハウジング8に収容されている。

振動系3は、肉厚が極めて小さい透明な合成樹脂材料から成る振動板10と、

ボイスコイル11とから構成される。振動板10は、外部振動板12と、外部振動板12の内周側に貼着されセンターポール6を覆う内部振動板13とから成る。内部振動板13は、振動板としての機能の他に、ダストキャップとしての機能をも兼ねている。

#### 【0011】

図4は振動板の平面図であり、図5は図4のA-A線矢視右側断面図であり、図6は図4のB-B線矢視右側断面図である。外部振動板12は、軸直角断面が楕円形状とされたコーン型振動板である。従って、長径側の立上がり角度 $\alpha$ が最も緩やかで、短径側の立上がり角度 $\alpha$ が最も急で、短径側から長径側に向かうに従って、立上がり角度 $\alpha$ は、徐々に緩やかとされている。この外部振動板12の内周縁部は円筒状とされ、この円筒状部12Aにボイスコイル11が巻回されて、図1に示すように、磁気空隙5に挿入されている。又、外部振動板12の外周縁部には、フランジ部12Bが形成されている。

#### 【0012】

一方、内部振動板13は、外周縁部が円形で且つ上方に向かうに従って収束する方向に湾曲した縦断面が楕円形状とされるドーム状本体13Aと、軸線に垂直な平面状の頂部13Bとから成る。内部振動板13は、外部振動板12と同心状に配置され、その外周縁部が外部振動板12の円筒状部12Aの上端面に貼着されて接合されている。この接合部15の各点（接合点）からの外部振動板12及び内部振動板13への各立上がり角度 $\alpha$ 、 $\beta$ は、同一とされ、この $\alpha = \beta$ の関係が周方向全周にわたっている。即ち、図5に示すように、長径側における外部振動板12の立上がり角度 $\alpha_1$ と、長径側における内部振動板13の立上がり角度 $\beta_1$ とは、 $\alpha_1 = \beta_1$ であり、又、図6に示すように、短径側における外部振動板12の立上がり角度 $\alpha_2$ と、短径側における内部振動板13の立上がり角度 $\beta_2$ とは、 $\alpha_2 = \beta_2$ であり、このような関係が、短径と長径間においても維持されている。

#### 【0013】

このように内部振動板13の立上がり角度 $\beta$ を外部振動板12の立上がり角度 $\alpha$ に対応させる為、内部振動板13のドーム状本体13Aは、上述したように楕

円形状とされ、又、このようなドーム状本体13Aの形状に伴い、水平な頂部13Bが必然的に要請されることになる。即ち、従来例のような球断面形状の内部振動板に比べて、例えば短径側の立上がり角度 $\beta$ 2は、極めて大であることから、短径側の楕円曲面の上端が内部振動板の軸線上に到達する前に、その楕円曲面上の点と接線との成す角が、 $0^\circ$ になってしまう。従って、仮に、頂部13Bを設けず楕円曲面を更に延長していけば、内部振動板13の頂部付近は凹んだ状態となってしまう、周波数特性に影響を与えてしまう。しかし、本実施例のように、水平な頂部13Bを設けることにより、このような問題を解決でき、立上がり角度 $\beta$ 2が極めて大であっても、周波数特性に影響を与えることなく、楕円形状の内部振動板を形成することができる。尚、内部振動板の短径側の立上がり角度 $\beta$ 2が、長径側の立上がり角度 $\beta$ 1より大である為、頂部13Bの外周は楕円形状とされる。

#### 【0014】

上記構成の実施例によれば、外部振動板12及び内部振動板13の各立上がり角度 $\alpha$ 、 $\beta$ が、周方向全周にわたって、 $\alpha = \beta$ の関係を満たしている為、内部振動板13について見ると、立上がり角度 $\beta$ は周方向に異なっていることになる。従って、内部振動板13をその軸線を含む鉛直面で分割した微小部分の集合体としてみたとき、各微小部分はその形状が異なっており、この異なる形状の各微小部分が、同一支持状態で接合点に支持されていると考えられる。そして、かかる場合の各微小部分についての共振周波数は異なっている。その為、各微小部分の集合体としての内部振動板13は、立上がり角度が周方向に同一である従来例に比較すれば、共振が分散されることになり、特定の共振の発生を可及的に低減することができる。

#### 【0015】

又、内部振動板13の立上がり角度 $\beta$ を、外部振動板12の立上がり角度 $\alpha$ に対応させることにより、内部振動板13側と外部振動板12側のステイフネスを周方向にほぼ同一とすることができ、この為、従来例のようにボイスコイル11の駆動時に振動板10が径方向へ変形するという問題が解消でき、低域から高域までの広い範囲にわたってバランスのよい振動を行う振動板10が得られる。

尚、本実施例では、立上がり角度 $\alpha$ 、 $\beta$ が、周方向全周にわたって、 $\alpha = \beta$ の関係を満たすように構成されたけれど、本考案はこれに限定されるものではなく、 $\beta = k \cdot \alpha$  ( $k$ は定数)の関係を満たすように構成してもよい。

#### 【0016】

次に、図7～図9を参照して、内部振動板13の具体的形状の設定についての一例を説明する。尚、短径側の立上がり角度 $\beta_2 = 80^\circ$ 、長径側の立上がり角度 $\beta_1 = 60^\circ$ 、内部振動板13の高さ $H = 3\text{ mm}$ に設定した場合について説明する。短径側の面形状及び長径側の面形状は、以下に示すように、楕円の一部分を利用する。即ち、長径長さを $a$ 、短径長さを $b$ とすると、楕円の一般式は、第1式で示される。

$$(x/a)^n + (y/b)^n = 1 \quad \cdots (1)$$

$n$ の値により種々の楕円関数が考えられる。以下の例では、 $n = 2$ の場合、即ち、第2式の楕円関数を使用した。

$$(x/a)^2 + (y/b)^2 = 1 \quad \cdots (2)$$

#### 【0017】

##### ① 図7に示す長径側曲面S1の楕円関数の設定

第2式において、 $a = 5.846$ 、 $b = 6.6$ とした楕円関数において、 $3.6 \leq y \leq 6.6$ の範囲における曲面M1 (図8参照)を、曲面S1に設定する。

##### ② 図7に示す短径側曲面S2の楕円関数の設定

第2式において、 $a = 4.441$ 、 $b = 3.47$ とした楕円関数において、 $0.47 \leq y \leq 3.47$ の範囲における曲面M2を (図9参照)、曲面S2に設定する。

##### ③ 短径側と長径側間の部分の曲面設定

上記①、②と同様な方法で算出するか、又は、上記①、②で求めた短径側の曲面と長径側の曲面とを、周方向に一定の楕円形状となるようにつなげて、曲面を設定すればよい。

図10は本件考案者が上記①～③の方法により算出した内部振動板13の曲面状態を等高線L1～L7で示したものである。但し、等高線L1～L7は、頂部

から0.5mm間隔で算出したものである。

尚、上記算出方法は、あくまでも一例であり、その他種々の方法で内部振動板13の曲面を設定することができる。

#### 【0018】

図11は本考案の第2実施例の振動板の組立状態を示す縦断面図であり、図12は第2実施例に使用される内部振動板の平面図であり、図13は第2実施例に使用される外部振動板の右側平面図であり、図14は第2実施例に使用される外部振動板の右側斜視図である。この第2実施例の内部振動板20には、図11及び図12に示すように、外周縁部の長径側に一对の断面三角形形状の位置合わせ用凸部21が、径方向外方に突設されている。一方、これに対応して、第2実施例に使用される外部振動板22の円筒状部22Aの上端には、長径側に断面三角形形状の一对の位置合わせ用凹部23が、形成されている。凹部23は、上下に延びて外部振動板22を貫通している。内部振動板20を外部振動板22に貼着するに際しては、前記凸部21を前記凹部23に嵌合させ、内部振動板20と外部振動板22の位置合わせを行い、このような状態で接着剤で貼着する。尚、接着剤は、内部振動板20及び外部振動板22のいずれかに予め塗布されている。

#### 【0019】

こうして、突起21と凹部23により、内部振動板20と外部振動板22との位置合わせが行われる為、内部振動板20の立上がり角度 $\beta$ と外部振動板22の立上がり角度 $\alpha$ が、周面方向に関して、正確に、同一状態を保つ振動板を組み立てることができる。又、突起21と凹部23の嵌合による位置合わせの為、振動板の組立の自動化が可能になる。

#### 【0020】

図15は本考案の第3実施例の外部振動板の右側平面図であり、図16はその斜視図であり、図17は図15のC-C線矢視断面図である。この第3実施例の外部振動板30には、前記第2実施例の凹部23代えて、凹部31が形成されている。この凹部31は、上側で径方向外方向に大きく開口し、下方に向かうに従って先細状に形成され、且つ、下端が外部振動板30を貫通せず、有底状とされている。即ち、外部振動板30の厚みをM、凹部31の深さをmとすると、 $m <$



Mとされる。尚、内部振動板としては、前記第2実施例の突起21を備えた内部振動板20が使用される。このようにして、この第3実施例では、凹部31が上側で径方向外方向に大きく開口している為、突起21を凹部31に容易に嵌合させることができ、内部振動板20と外部振動板30の位置合わせが、第2実施例よりも一層容易になる。

#### 【0021】

図18は本考案の第4実施例の内部振動板の平面図であり、図19は図18のD-D線矢視断面図であり、図20は図18のE-E線矢視断面図であり、図21は内部振動板と外部振動板との位置合わせ時の動作を説明する為の縦断面図である。この第4実施例における内部振動板40の頂部40Aには、複数の溝41が形成されている。各溝41は、相互に、頂部40Aの短径方向に平行である。一方、内部振動板40を吸着して支持する為のエア吸引ノズル42の先端42Aには、図22に示すように、前記溝41と同様の形状の複数のノズル孔43が予め形成されている。位置合わせに際して、エア吸引ノズル42により、内部振動板40の頂部40Aを吸着する。この際、溝41とノズル孔43の方向性が一致した場合にのみ、内部振動板40がエア吸引ノズル42に吸着される。従って、エア吸引ノズル42を、ノズル孔43の延在方向と外部振動板12の長径方向が一致するように予め設定しておくことにより、エア吸引ノズル42により内部振動板を吸着した後、吸引を停止すると、内部振動板40が外部振動板12上に載置されるが、このとき、内部振動板40と外部振動板12とが正確に位置合わせされた状態で載置されることになる。こうして、本実施例では、内部振動板40と外部振動板12との位置合わせの精度を向上することができる。尚、溝41は必ずしも短径に平行でなくてもよく、特定方向に形成されておれば、充分である。

又、内部振動板の外周が楕円で、外部振動板の内周縁部と外周縁部の途中に貼着する場合は、頂部は円形となる場合もあるが、このような場合でも、頂部に同様な溝を形成することにより、上記エア吸引ノズルを用いて、外部振動板と内部振動板の位置合わせを行うことができる。

#### 【0022】

## 【考案の効果】

以上詳述したように、本考案によれば、外部振動板及び内部振動板の各立上がり角度 $\alpha$ 、 $\beta$ が、周方向全周にわたって、 $\beta = k \cdot \alpha$ の関係を満たしている為、内部振動板について見ると、立上がり角度 $\beta$ は周方向に異なっていることになる。その為、立上がり角度が周方向に同一である従来例に比較すれば、共振が分散されることになり、特定の共振の発生を可及的に低減することができる。

又、内部振動板の立上がり角度 $\beta$ を、外部振動板の立上がり角度 $\alpha$ に対応させることにより、内部振動板側と外部振動板側のステイフネスを周方向にほぼ同一とすることができ、この為、従来例のようにボイスコイルの駆動時に振動板が径方向へ変形するという問題が解消でき、低域から高域までの広い範囲にわたってバランスのよい振動を行う振動板が得られる。